

Präoperative kardiovaskuläre Risikoeinschätzung – Diagnostik

B. Cremers
C. Maack
M. Böhm

Preoperative cardiovascular risk evaluation – diagnostics

Die präoperative Risikoeinschätzung und Diagnostik hat nicht das primäre Ziel, einen Patienten als „operabel“ oder „nicht operabel“ zu klassifizieren, sondern die perioperative Morbidität und Sterblichkeit zu senken. Die wichtigsten perioperativen Risikofaktoren sind Herz-Kreislaufkrankungen. Diese sind präoperativ oft in einem vertretbaren Zeitraum zu diagnostizieren und zu behandeln.

Erkennen des Risikopatienten

Das perioperative Risiko wird durch vorbestehende Erkrankungen des Patienten sowie die Art des operativen Eingriffes bestimmt. Man spricht daher von patienten- bzw. operationsspezifischen Faktoren.

Risikogruppen

Um eine rasche klinische Klassifikation von Risikogruppen vorzunehmen, hat sich die Einteilung von Grad I bis VI der American Society of Anesthesiology bewährt (Tab.1). Ihr liegt die klinische Ausprägung möglicherweise vorliegender Gesundheitsstörungen zugrunde. Da mit dem Lebensalter die Inzidenz von Herz-Kreislaufkrankungen steigt, hat das American College of Cardiology in Zusammenarbeit mit der American Heart Association (ACC/AHA) Leitlinien für die perioperative Risikoevaluation entwickelt. Hier werden kardiale Risikofaktoren basierend auf systematischen Evaluierungen in großen Patientenkollektiven in drei Risikoklassen einteilt (1,2) (Tab.2).

Operationsspezifisches Risiko

Mit dem Lebensalter steigt nicht nur die Inzidenz von Herz-Kreislaufkrankungen, sondern auch die Häufigkeit eines operativen Eingriffes. Zusätzlich zu den patientenabhängigen Faktoren bestimmen Invasivität und Dauer des operativen Eingriffes das Auftreten perioperativer Komplikationen (3,4). ACC und AHA haben unter Berücksichtigung der gesamten vorliegenden Literatur chirurgische Eingriffe hinsichtlich ihres Risikos analysiert und eine operationsspezifische Risikoeinteilung entwickelt (1,2) (Tab.3). Es hat sich gezeigt, dass sowohl große vaskuläre Eingriffe als auch Operationen von langer Dauer oder mit ausgeprägten Flüssigkeitsverschiebungen das höchste kardiovaskuläre Risiko bergen.

Tab.1 Risikogruppen der American Society of Anesthesiology (ASA).

I	gesund, keine Medikamenteneinnahme
II	geringe Gesundheitsstörung ohne Einschränkung und Medikamentenpflichtigkeit
III	medikamentenpflichtige Gesundheitsstörung, geringe Einschränkung der Aktivität
IV	schwere Gesundheitsstörung, dauerhafte schwere Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit
V	moribund, Lebenserwartung < 24 h
VI	Notfalleingriffe unabhängig von I-V

Modifiziert nach American Society of Anesthesiology (ASA)

Tab.2 Patientenspezifisches Risiko (modifiziert nach (1, 2)).

geringes Risiko	mäßiges Risiko	hohes Risiko
fortgeschrittenes Alter	milde Angina Pectoris	instabiles Koronarsyndrom
EKG-Abnormalitäten	vorheriger Myokardinfarkt	dekompensierte Herzinsuffizienz
andere Rhythmen außer Sinusrhythmus	kompensierte oder frühere Herzinsuffizienz	schwerwiegende Arrhythmien
geringe Funktionelle Kapazität	Diabetes mellitus	
Schlaganfall in der Anamnese		
schlecht eingestellte arterielle Hypertonie		

Punktesysteme zur Risikoeinschätzung

In den letzten 20 Jahren wurden unter Zuhilfenahme der verfügbaren Literatur und von mathematisch statistischen Berechnungsverfahren (Wahrscheinlichkeitstheorie) zahlreiche Klassifizierungen des perioperativen Risikos nach Punktesystemen eingeführt und kontinuierlich weiterentwickelt (5–11). Symptome oder Befunde, die statistisch mit einer erhöhten Komplikationsrate verbunden sind, erzielen einen hohen Punktwert. Einer der ersten kardialen Risikoidices ist der von Goldman et al. 1977 entwickelte, welcher

Institut

Klinik für Innere Medizin III (Kardiologie, Angiologie und Internistische Intensivmedizin), Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Korrespondenz

Dr. med. Bodo Cremers · Klinik für Innere Medizin III, (Kardiologie, Angiologie und Internistische Intensivmedizin) Universitätsklinikum des Saarlandes · 66421 Homburg/Saar · Tel.: 06841/1623372 · Fax: 06841/1623369 · E-Mail: cremers@med-in.uni-sb.de

eingereicht: 28.4.2004 · akzeptiert: 17.5.2004

Bibliografie

DOI: 10.1055/s-2004-826860

Dtsch Med Wochenschr 2004; 129: 1256–1259 · © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0012-0472

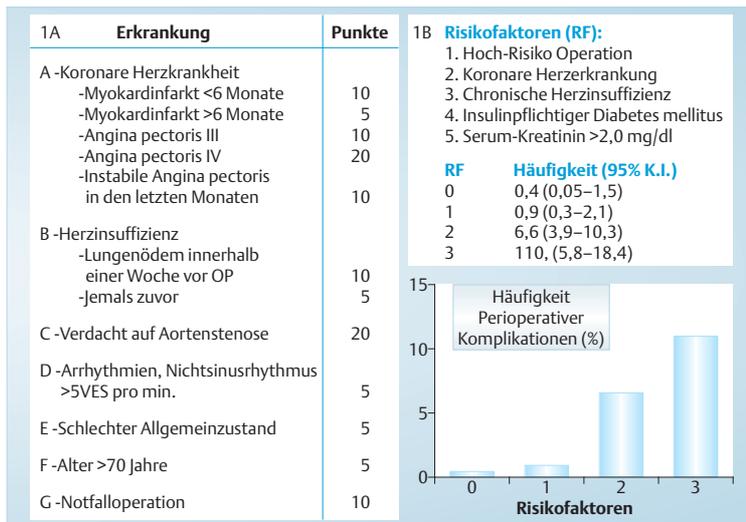


Abb.1 **A)** Goldman-Klassifikation der präoperativen Risikobeurteilung. VES = ventrikuläre Extrasystolen (modifiziert nach Goldman et al., 1977, 1978, 1988, 1994). **B)** Unabhängige Prädiktoren eines erhöhten perioperativen Risikos (modifiziert nach Lee et al., 1999).

Tab.3 Operationsspezifisches Risiko (modifiziert nach (1, 2)).

geringes Risiko	mäßiges Risiko	hohes Risiko
endoskopische und oberflächliche Eingriffe	Carotis-Endarterektomie	Eingriffe an Aorta, andere große Gefäßoperationen sowie an peripheren Gefäßen
Katarakt-OP	Kopf- und Halschirurgie	langanhaltende Operationen mit großem „Volumenshift“ und/oder Blutverlust
Brust-Chirurgie	intraperitoneale, intrathorakale und orthopädische Eingriffe sowie Prostatachirurgie	

Spezifische perioperative Risiken kardiovaskulärer Erkrankungen

Koronare Herzkrankheit

Die koronare Herzkrankheit ist eine Hauptursache perioperativer Komplikationen. Das perioperative Risiko für Komplikationen steigt bei Patienten, die bereits einen Myokardinfarkt erlitten haben um 10–50% an (12). Manche Autoren berichten von einer Letalität des perioperativen Reinfarktes von 23–50% (4). Charakteristisch für den perioperativen Reinfarkt ist, dass das Risiko des Auftretens und die Letalität um so höher ist, je kürzer der Myokardinfarkt zurückliegt. Typischerweise treten mehr als 90% der Reinfarkte innerhalb der ohnehin kritischen ersten 48h postoperativ auf (13). Zur Pathogenese perioperativer Myokardischämien tragen Sympathikusstimulation mit erhöhter Herzfrequenz durch Schmerzreize sowie Blutdruckschwankungen bei größeren abdominalen oder thorakalen Eingriffen bei. Auch die perioperativ veränderte Hämostase mit erhöhter Thrombozytenaggregation oder Vasospasmen durch Aktivierung humoraler Substanzen und Mediatoren spielen eine Rolle. Die Anästhesieverfahren selbst haben wohl eher einen geringen Einfluss (13). Neben **Patienten mit einer manifesten koronaren Herzerkrankung** sollen auch Patienten, die ein erhöhtes Risiko tragen und bei denen eine KHK bisher klinisch stumm verlaufen ist (Diabetiker!), erkannt werden. Bei der präoperativen Anamnese ist daher neben der Frage nach Angina pectoris-Beschwerden insbesondere auf die **bekanntesten Risikokonstellationen** wie **Zigarettenrauchen, arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie, Adipositas** sowie eine positive Familienanamnese zu achten. Ergibt sich hieraus der Verdacht auf eine koronare Herzerkrankung, empfiehlt sich eine weitergehende Diagnostik.

Bei älteren Patienten gehört das **Ruhe-EKG** zur Diagnostik. Bei beschwerdefreien Patienten unter 40 Jahren ohne Risikofaktoren ist es verzichtbar. Ist die Beschwerdesymptomatik nicht eindeutig und liegen Risikofaktoren vor, sollte auch bei jüngeren Patienten vor einer Vollnarkose ein EKG angefertigt werden. Die ACC/AHA Leitlinien (1,2) empfehlen ein EKG bei asymptomatischen Männern mit ≥ 2 kardiovaskulären Risikofaktoren bereits ab 45 Jahren, bei Frauen erst ab einem Alter von 55 Jahren. Das Röntgenbild des Thorax ist wichtig zur Beurteilung der kardiopulmonalen Verhältnisse im Rahmen einer Herzinsuffizienz (Lungenstauung, Herzgröße) oder bei pulmonalen Erkrankungen. Es ist ungeeignet zur Identifizierung einer koronaren Herzerkrankung.

in den folgenden Jahren mehrfach reevaluiert und modifiziert wurde (6–10) (**Abb.1A**). Aus diesem Punktesystem geht z.B. hervor, dass die koronare Herzerkrankung das perioperative Risiko besonders stark beeinflusst. Neben spezifischen Vorerkrankungen gehen aber auch Faktoren wie schlechter Allgemeinzustand, Alter und die Tatsache, ob es sich um eine Notfalloperation handelt, in die Bewertung mit ein. Die Operationsletalität bei 0–5 Punkten beträgt etwa 1% bei Patienten über 40 Jahre. Bei 6–12 Punkten ist mit einer 3%igen Letalität zu rechnen, bei 13–15 Punkten mit 15% und bei über 26 Punkten mit ca. 30% (6). Lee et al. 1999 vereinfachten den von Goldman erstellten Risikoindex. Es zeigte sich, dass durch die anamnestische bzw. laborchemische Erhebung der in **Abb.1B** aufgelisteten Risikofaktoren ein einfaches 6-Punkte System ausreicht, um das perioperative Risiko eines Patienten adäquat abzuschätzen (11). Patienten mit 0, 1, 2 oder 3 Risikofaktoren haben demnach ein geschätztes perioperatives Risiko für kardiovaskuläre Komplikationen von 0,4, 0,9, 6,6 bzw. 11,0%.

Obwohl das individuelle Risiko sich natürlich von diesen statistischen Abschätzungen deutlich unterscheiden kann, ist festzuhalten, dass die koronare Herzkrankheit, eine manifeste Herzinsuffizienz und die Aortenstenose zu den wichtigsten Risikofaktoren für perioperative Komplikationen zählen.

kurzgefasst: Für die präoperative Risikoeinschätzung gibt es klinische Prädiktoren und operationsspezifische Risiken. Deren Zuordnung lässt sich anhand von Leitlinien entsprechender Fachgesellschaften treffen.

Bei den meisten Patienten mit dem **Verdacht auf eine koronare Herzerkrankung** ist das **Belastungs-EKG** das Verfahren der Wahl. Es erlaubt durch Veränderungen des EKG und der Hämodynamik sowie die unter Belastung auftretenden Beschwerden eine Identifizierung von myokardialen Ischämien und die Beurteilung der funktionellen Kapazität des Patienten. Wenn bei Patienten aufgrund orthopädischer Behinderungen, einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit oder Nicht-Verwertbarkeit des EKGs (z.B. Schenkelblockbilder, Hypokaliämie, Herzglykosidtherapie oder ausgeprägte Myokardhypertrophie) eine Ergometrie nicht sinnvoll ist, sollte eine pharmakologische Stress-Testung durchgeführt werden. Die beiden häufigsten Methoden zur nicht-invasiven Ischämiediagnostik sind Dobutamin-Stressechokardiographie (DSE) und Dipyridamol-Thallium-Myokardszintigraphie. Pharmakologische Belastungstests beruhen auf der Induktion von koronaren Steal-Syndromen (z.B. Dipyridamol, Adenosin) oder auf einer Steigerung des Sauerstoffverbrauches durch positiv inotrope Substanzen (z.B. Dobutamin).

Ergibt sich aus den nicht-invasiven diagnostischen Maßnahmen der dringende Verdacht auf eine koronare Herzerkrankung, ist eine invasive Koronarangiographie indiziert. Patienten mit instabiler Angina pectoris oder Postinfarktangina sollten ohne vorherige nicht-invasive (Belastungs-)maßnahmen der Angiographie zugeführt werden. Grundsätzlich entsprechen die Indikationen für eine präoperative Koronarangiographie denen für die Angiographie ohne nachfolgende Operation. Eine Ausnahme ist ein kürzlich durchgemachter Infarkt. Da innerhalb der ersten 3 Monate nach einem Infarkt das perioperative Reinfarkttrisiko besonders hoch ist, ist bei solchen Patienten die Indikation zur Angiographie großzügiger zu stellen.

Arterielle Hypertonie

Das Vorliegen einer arteriellen Hypertonie ist von großer Bedeutung: Zum einen ist eine arterielle Hypertonie eng mit dem Vorliegen einer koronaren Herzerkrankung verknüpft. Zum anderen prädisponieren perioperative hypertensive Phasen zu myokardialen Ischämien. Da perioperative Ischämien ein Prädiktor für kardiovaskuläre Komplikationen sind, ist die effektive Behandlung einer Hypertonie zur perioperativen Risikoreduktion essentiell. Eine nicht effiziente Analgesie und die Unterbrechung oder Verminderung einer präoperativ bestehenden antihypertensiven Therapie sind häufige Ursachen für krisenhafte Blutdruckanstiege in der perioperativen Phase.

Herzinsuffizienz

Nur ein geringer Prozentsatz von Patienten mit Herzinsuffizienz wird von Kardiologen oder Internisten/Allgemeinärzten betreut. Ein größerer Anteil leidet unter einer nicht diagnostizierten oder nicht ausreichend behandelten Herzinsuffizienz; man spricht vom so genannten „Eisbergphänomen“ (14). Dies ist ein Problem, da die Prävalenz dieses Syndroms, aber auch die Häufigkeit und die Invasivität von Operationen, mit dem Alter deutlich zunehmen. Neben der koronaren Herzkrankheit ist die Herzinsuffizienz ein wichtiger Risikofaktor für perioperative Komplikationen. Patienten mit Zeichen der manifesten Herzinsuffizienz (Ödeme, dritter Herzton, Halsvenenstauung, verminderte linksventrikuläre Ejektionsfraktion (<35%), verminderte Belastungstoleranz) haben eine bis zu 20%ige Letalität bei größeren nicht-kardialen Eingriffen. Insbesondere drei perioperative Faktoren gefährden herzinsuffiziente Patienten. Zum einen führt die Narkose durch die verabreichten Anästhetika oft zu negativ inotropen Effekten mit der Folge bedrohlicher Blutdruckabfälle. Bei ausreichender

Narkosetiefe kann der Blutdruck nicht aufrecht erhalten werden. Zum anderen birgt die dann oft notwendige intravenöse Volumengabe zur Aufrechterhaltung der Nierenfunktion die Gefahr eines Lungenödems. Der dritte wesentliche Faktor ist die perioperative Aktivierung des sympathischen Nervensystems durch Schmerzreize: Das Herzfrequenzspektrum verschiebt sich hin zu höheren Frequenzen – es drohen Pumpversagen und Lungenödem. Bedrohliche tachykarde Rhythmusstörungen (anhaltende oder nicht-anhaltende Kammer tachykardien) und Myokardinfarkte sind v.a. in der frühen postoperativen Phase eng mit einer höheren Herzfrequenz assoziiert (8).

Die Anamnese hat in der Diagnostik der Herzinsuffizienz eine besondere Bedeutung. Eine Belastungseinschränkung wird nach Grad I-IV der NYHA (=New York Heart Association)-Klassifikation eingeteilt. Bei der körperlichen Untersuchung sind pulmonale Rasselgeräusche und periphere Ödeme wegweisend. Das EKG zeigt bei der chronischen Herzinsuffizienz keine spezifischen Zeichen. Blockbilder, Extrasystolen, Zeichen der linksventrikulären Hypertrophie sowie Hinweise für abgelaufene Myokardinfarkte können jedoch auf eine kardiale Grunderkrankung mit der möglichen Folge einer Herzinsuffizienz hinweisen. Die Sensitivität einer Röntgen-Thoraxuntersuchung zur Diagnose einer Herzinsuffizienz ist relativ gering und sollte nur bei klinischem Verdacht auf einen die Therapie beeinflussenden Befund durchgeführt werden. Eine **Routine-„Thoraxuntersuchung“ ist obsolet**. Die **Echokardiographie** hingegen ist ein bildgebendes Verfahren, mit dem mit besonders hoher Sensitivität und Spezifität Pumpfunktionsstörungen und Klappenerkrankungen (s.u.) diagnostiziert werden können (15).

Seit kurzer Zeit steht mit der (mittlerweile auch als Serum-Schnelltest verfügbaren) **Bestimmung des natriuretischen Peptids NT-proBNP** (N-terminal pro-brain natriuretic peptide) ein diagnostischer Marker für die Herzinsuffizienz zur Verfügung. Dies wird auch in den aktuellen Leitlinien der europäischen und amerikanischen kardiologischen Fachgesellschaften erstmals erwähnt (16, 17). NT-proBNP zeichnet sich besonders durch eine hohe Sensitivität und einen hervorragenden negativ prädiktiven Wert bei Feststellung einer Herzinsuffizienz aus. Bei Werten im Referenzbereich kann somit eine Herzinsuffizienz mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden. Da nicht überall die Möglichkeit zur Echokardiographie gegeben ist (viele Notfallambulanzen), kann die Bestimmung des NT-proBNP zur ersten Unterscheidung zwischen kardial und nicht-kardial bedingter Luftnot in Erwägung gezogen werden (18). Bei deutlich erhöhten Plasmawerten (z.B. >100 pg/ml) sollte der Patient einer weiterführenden kardialen Diagnostik zugeführt werden. Der Stellenwert dieses neuen diagnostischen Verfahrens in der präoperativen Routinediagnostik ist jedoch noch Gegenstand von Studien und sollte aufgrund der bisher erst geringen Erfahrung im Umgang mit diesem Surrogatparameter der Herzinsuffizienz bis zum Vorliegen der Ergebnisse nicht überbewertet werden.

Klappenerkrankungen

Die Risikobeurteilung von Patienten mit Herzklappenfehlern ist von Typ und Schweregrad der Klappenerkrankung abhängig. Die symptomatischen Herzklappenstenosen sind mit einem besonders hohen perioperativen Risiko assoziiert.

Unter den Herzklappenerkrankungen trägt die **Aortenstenose** am meisten zur Erhöhung des perioperativen Risikos bei. Die Aortenklappenstenose ist – in der westlichen Welt – die häufigste Herz-

klappenerkrankung und liegt bei 2–9% aller Erwachsenen über 65 Jahren vor. Die Prävalenz steigt mit zunehmendem Alter und ist bei Männern höher als bei Frauen (19). Eine Aortenklappenstenose allein birgt ein 5fach erhöhtes Risiko für perioperative Komplikationen, der Schweregrad der Aortenklappenstenose korreliert mit dem perioperativen Risiko (20). So erhöht sich bei einer gesicherten symptomatischen Aortenstenose mit einem relevanten Druckgradienten die perioperative Letalität um das 14fache (6,7). Klinische Leitsymptome sind Belastungsdyspnoe, Linksherzinsuffizienz, Angina pectoris und Synkopen. Treten Symptome auf, ist die Lebenserwartung bei Aortenstenose bereits deutlich reduziert.

Die größte Bedeutung in der präoperativen Diagnostik von Klappenerkrankungen hat die Echokardiographie. Mit ihr wird der Schweregrad des Vitiums erkannt. Außerdem können Folgen eines chronisch bestehenden Herzklappenfehlers, wie z.B. eingeschränkte Pumpfunktion, Myokardhypertrophie, linksatriale und linksventrikuläre Dilatation und pulmonale Hypertonie erkannt werden. Die Dopplerechokardiographie erlaubt zudem die nichtinvasive Bestimmung der Klappenöffnungsfläche sowie die Quantifizierung von Klappeninsuffizienzen.

Herzrhythmusstörungen

Das Auftreten von Herzrhythmusstörungen in der perioperativen Phase weist auf eine kardiopulmonale Grunderkrankung, Elektrolytstörungen oder Medikamentennebenwirkungen hin und ist ein zusätzlicher Indikator für ein erhöhtes perioperatives Risiko (7,21). Ätiologisch müssen daher bei der Diagnostik von Rhythmusstörungen insbesondere Myokardinsuffizienz, KHK, Klappenerkrankungen, Schilddrüsenfunktionsstörungen, Alkoholamnie, Hypokaliämie, Hyperkaliämie, andere Elektrolytstörungen und evtl. auslösende Medikamente (Herzglykoside, Katecholamine, Inodilatoren, trizyklische Antidepressiva, Lithium, Antiarrhythmika, Neuroleptika, β -Blocker, Kalziumantagonisten und andere Antihypertensiva) berücksichtigt werden. Letztlich können Rhythmusstörungen über eine Bradykardie oder Tachykardie hämodynamisch wirksam werden und somit selbst das perioperative Risiko erhöhen. Bei **Tachykardien** erhöht sich zum einen durch die vermehrte Herzarbeit der myokardiale Sauerstoffbedarf, während zum anderen durch die Verminderung der diastolischen Füllungszeit die koronare Durchblutung abnimmt. In gleicher Weise kann die Abnahme des Blutdrucks durch **Bradykardien** zu einer Verminderung der Koronardurchblutung führen.

kurzgefasst: Erst nach sorgfältiger Anamnese und körperlicher Untersuchung treten technische Untersuchungen hinzu. Ein EKG ist bei älteren Patienten und Vorliegen von Risikofaktoren sinnvoll. Bei Risikogruppen und bei Patienten mit Symptomen ist die Indikation zur Ergometrie großzügig zu stellen. Eine Röntgen-Thoraxuntersuchung ist als „Routineverfahren“ nicht wegweisend. Die Echokardiographie ist ein hervorragendes Diagnoseverfahren zur Erkennung von Klappenerkrankungen und eingeschränkter Pumpfunktion. Langzeit-EKG und Langzeit-RR eignen sich im Einzelfall Analyse vorbestehender Herzrhythmusstörungen bzw. Blutdruckerhöhungen. Eine Koronarangiographie sollte nur durchgeführt werden, wenn die üblichen Indikationen erfüllt sind und sich mögliche therapeutische Konsequenzen hieraus ergeben. Die Beurteilung der „OP-Fähigkeit“ reicht als Indikation nicht aus!

Ökonomische Gesichtspunkte

Bei der Veranlassung von invasiven und nicht-invasiven diagnostischen Maßnahmen sind zunehmend auch ökonomische Gesichtspunkte von Bedeutung. Es sollte daher auf eine rational begründete und mit kostengünstigen Untersuchungen beginnende Diagnostik gesteigerter Wert gelegt werden. Grundsätzlich sollten keine Untersuchungen angeordnet werden, die keine therapeutische Konsequenzen nach sich ziehen.

kurzgefasst: Da die präoperative Diagnostik in zunehmendem Maße auch ökonomische Gesichtspunkte zu berücksichtigen hat, sollten nur Maßnahmen ergriffen werden, die eine therapeutische Konsequenz nach sich ziehen.

Autorenerklärung: Die Autoren erklären, dass sie keine finanziellen Verbindungen mit einer Firma haben, deren Produkt in dem Artikel eine wichtige Rolle spielt (oder mit einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt).

Literatur

- ACC/AHA Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery. Circulation 1996; 93: 1278–1317
- ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Executive summary a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). Circulation 2002; 105: 1257–1267
- Mangano DT, Biebuyck JF, Phil D. Perioperative cardiac morbidity. Anesthesiology 1990; 72: 153–184
- Mangano DT, Goldman L. Preoperative assessment of patients with known or suspected coronary disease. N Engl J Med 1995; 331: 1750–1756
- Detsky AS, Abrams HB, Forbath N. Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery: a multifactorial clinical risk index. Arch Intern Med 1986; 146: 222–227
- Goldman L, Caldera D, Nussbaum S et al. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. N Engl J Med 1977; 297: 845–851
- Goldman L, Caldera D, Southwick FS et al. Cardiac risk factors and complications in non-cardiac surgery. Medicine 1978; 57: 357–370
- Goldman L. Assessment of the patients with known or suspected ischemic heart disease for noncardiac surgery. Br J Anaesth 1988; 61: 38–83
- Goldman L. Assessment of perioperative cardiac risk. N Engl J Med 1994; 330: 707–709
- Goldman L. Cardiac risk for vascular surgery. J Am Coll Cardiol 1996; 27: 799–802
- Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. Circulation 1999; 100: 1043–1049
- Rao TK, Jacobs KH, El-Etr AA. Reinfarction following anesthesia in patients with myocardial infarction. Anesthesiology 1983; 59: 499–505
- Shah KB, Kleinman BS, Sami H, Patel J, Rao TLK. Reevaluation of perioperative myocardial infarction in patients with prior myocardial infarction undergoing noncardiac operations. Anesth Analg 1990; 71: 231–235
- Hoes AW, Mosterd A, Grobbee E. An epidemic of heart failure? Eur Heart J 1998; 19 (Suppl L): L2–L8
- American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography. Circulation 1997; 95: 1686–1744
- Hunt SA, Baker DW, Chin MH et al. ACC/AHA guidelines for the evaluation and management of chronic heart failure in the adult: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to revise the 1995 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure). J Am Coll Cardiol 2001; 38: 2101–2113
- Jensen KT, Carstens J, Ivarsen P, Pedersen EB. A new, fast and reliable radioimmunoassay of brain natriuretic peptide in human plasma. Reference values in healthy subjects and in patients with different diseases. Scand J Clin Lab Invest 1997; 57: 529–540
- Nielsen LS, Svanegaard J, Klitgaard NA, Egeblad H. N-terminal pro-brain natriuretic peptide for discriminating between cardiac and non-cardiac dyspnea. Eur J Heart Fail 2004; 6: 63–70
- Stewart BF, Siscovick D, Lind BK et al. Clinical factors associated with calcific aortic valve disease. Cardiovascular Health Study. J Am Coll Cardiol 1997; 29: 630–634
- Kertai MD, Bountiokos M, Boersma E et al. Aortic stenosis: an underestimated risk factor for perioperative complications in patients undergoing noncardiac surgery. Am J Med 2004; 116: 8–13
- Foster E, Davis K, Carpenter J, Abele S, Fray D. Risk of noncardiac operation in patients with defined coronary artery disease: the coronary artery surgery study (CASS) registry experience. Ann Thorax Surg 1986; 41: 42–50